

## STUDI PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN DAN MONITORING OVERPRESSURE DAN LEVEL NIRA TANGKI EVAPORATOR BERBASIS ARDUINO

Ratna Maulina<sup>1)</sup>, Adianto<sup>2)</sup>, Haidar Natsir Amrullah<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: ratnamaulina08@gmail.com

### Abstract

The evaporation process uses a pressure that must be controlled because it can cause a backpressure that makes an alternator turbine trip and stops the entire production process. In addition to pressure, the water level also has the potential to cause an explosion if it is less than the operational standard. Prevention and checking of water level has still been done manually. This is inefficient, because there is a human error factor from the workers who are exposed to heat during work. This study aims to provide a recommendation of engineering process to the company, and to provide an illustration of an analysis of the risk of possible hazards. This research uses the risk analysis with Event Tree Analysis (ETA) method because it can be applied for the technology system of risk analysis, identification of protection system improvement, and able to estimate various possible occurrences (possible outcome) in each initiating event. The monitoring system in this research is based on Arduino. The program which is used to run this system is made in Visual Basic software. The system is also created to blow up the process automation. Before using the system, the probability of failure is 0.823 and 0.619, and after using the system, the probability is reduced to 0.032 and 0.0771. The use of monitoring systems is expected to be used as an engineering system to assist in the optimization of production processes, and to improve the application of occupational safety and health, especially at the evaporation areas.

**Keywords:** Arduino, ETA, Evaporation, *Overpressure*, Visual Basic.

### Abstrak

Proses evaporasi menggunakan tekanan yang harus di kontrol karena dapat menyebabkan *backpressure* yang membuat turbin alternator trip dan menghentikan seluruh proses produksi. Selain *pressure*, level ketinggian air juga berpotensi menyebabkan ledakan apabila kurang dari standar operasional. Pencegahan dan pengecekan terhadap level air masih dilakukan secara manual. Hal ini tidak efisien, karena adanya faktor *human error* dari pekerja yang terpapar suhu panas selama bekerja. Penelitian ini bertujuan untuk memberi rekomendasi rekayasa *engineering* di perusahaan tersebut, serta memberi gambaran analisa resiko kemungkinan terjadinya bahaya. Penelitian menggunakan analisa resiko dengan metode *Event Tree Analysis* (ETA) karena dapat di aplikasikan untuk analisis risiko sistem teknologi, identifikasi perbaikan sistem proteksi, dan mampu memperkirakan berbagai kemungkinan kejadian yang terjadi (*possible outcome*) pada setiap *initiating event*. Sistem monitoring dalam penelitian ini dibuat berbasiskan Arduino. Program untuk menjalankan sistem ini dibuat pada *software* Visual Basic. Sistem juga dibuat untuk otomatisasi proses *blow up*. Sebelum menggunakan sistem, *probability* kegagalan sebesar 0,823 dan 0,619, setelah menggunakan sistem, *probability* berkurang menjadi 0,032 dan 0,0771. Penggunaan sistem monitoring diharapkan dapat digunakan sebagai rekayasa *engineering* dalam membantu optimalisasi proses produksi, dan meningkatkan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya pada area penguapan.

**Kata Kunci :** Arduino, ETA, Evaporasi, *Overpressure*, Visual Basic

## PENDAHULUAN

Pabrik gula menggunakan proses evaporasi (penguapan) untuk mengentalkan nira. Proses evaporasi ini menggunakan tekanan yang harus di kontrol. *Overpressure* pada tangki dapat menyebabkan *backpressure* yang membuat turbin alternator menjadi trip. Yang dapat menghentikan distribusi tenaga ke seluruh stasiun dalam pabrik. Selain *pressure* yang harus di awasi, level ketinggian air nira pun harus di jaga secara konstan. Air nira yang kurang dari kondisi optimal, akan berpotensi menyebabkan ledakan pada tangki evaporator, karena tidak ada media yang di panaskan dan mengakibatkan tekanan di dalam tangki semakin meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Elyastuti, 2011), menyatakan bahwa suhu stasiun penguapan melebihi NAB, sedangkan menurut Suma'mur dalam (Elyastuti, 2011), suhu yang melebihi NAB dapat berakibat menurunnya prestasi kerja, mengurangi kelincahan, memperpanjang waktu reaksi dan waktu pengambilan keputusan, mengganggu kecermatan kerja, serta mengganggu koordinasi syaraf perasa dan motoris. Monitoring nira dan pencegahan *overpressure* dilakukan secara manual. Hal ini tidak efisien, dimana faktor kesigapan pekerja menjadi sangat penting untuk menjaga optimalisasi kinerja dari tangki evaporator, sedangkan lingkungan kerja yang tidak nyaman dapat berpotensi menimbulkan *human error* dari pekerja. Dalam penelitian ini, diusulkan sebuah sistem monitoring otomatis yang dapat membantu pekerja dalam mengawasi, terhindar lingkungan kerja yang tidak nyaman, serta memudahkan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual.

Skenario kejadian serta kemungkinan kegagalan sistem dianalisa dan diperkirakan peluangnya menggunakan metode ETA (*Event Tree Analysis*). Tampilan sistem monitoring ini dibuat pada *software* Visual Basic yang di pasang pada area *control room*, sehingga pekerja tidak terpapar suhu panas. Selain itu, pemasangan sensor juga memudahkan proses *blow up* karena tidak perlu menggunakan tenaga manusia. Diharapkan penggunaan sistem tersebut dapat digunakan sebagai rekayasa *engineering* dalam meningkatkan optimalisasi proses produksi, meningkatkan hasil produksi, dan meningkatkan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja yang ada di dalam industri tersebut.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan skenario penanggulangan bahaya dan analisa resiko pada sistem teknologi yang ada pada stasiun penguapan ini menggunakan metode ETA (*Event Tree Analysis*). Penggunaan ETA dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *probability* kegagalan dari fungsi komponen maupun pekerjaan operator yang dapat menyebabkan terjadinya suatu *initiating event*. ETA di lakukan sebanyak dua kali, yaitu dimana ETA yang pertama untuk mengetahui nilai *probability* pada *site* yang belum terpasang alat otomatisasi pengendalian dan monitoring tangki evaporator dan ETA yang kedua untuk mengetahui nilai *probability* pada *site* yang sudah di pasang alat otomatisasi. Selanjutnya, kedua nilai *probability* ini dapat digunakan sebagai analisa perbandingan kondisi *site* tersebut. Untuk memudahkan memahami rekomendasi rekayasa *engineering* yang di gunakan pada penelitian ini, maka dibuat prototype sistem monitoring tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

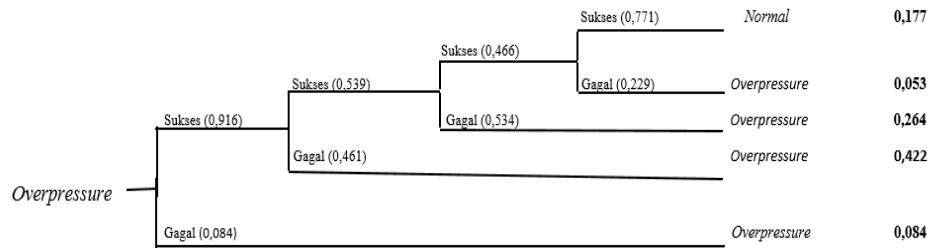
### 1.1 Pengerjaan ETA Sebelum Rekomendasi

*Overpressure* pada tangki dapat menyebabkan *backpressure* yang membuat turbin alternator menjadi trip. Trip pada turbin akan menyebabkan seluruh proses produksi berhenti. Terdapat dua komponen yang berperan dalam mencegah *overpressure*, yaitu *pressure gauge* dan *valve*. Kedua komponen tersebut apabila sama sama berhasil melaksanakan fungsinya, maka tekanan yang ada pada tangki akan terkendali dan sesuai dengan standart operasional.

Selain *pressure*, level ketinggian air nira pun harus di jaga secara konstan. Air nira yang kurang dari kondisi optimal, akan berpotensi menyebabkan ledakan pada tangki evaporator, karena tidak ada media yang di panaskan dan mengakibatkan tekanan di dalam tangki semakin meningkat. Terdapat tiga komponen yang berperan dalam pencegahan ledakan tangki yang diakibatkan oleh *undercapacity* nira. Komponen tersebut yaitu gelas duga, *control valve*, dan *valve* pada tangki.

Diagram *event tree analysis* pada *initiating event* berupa *overpressure* dan *undercapacity* pada tangki dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 di bawah ini:

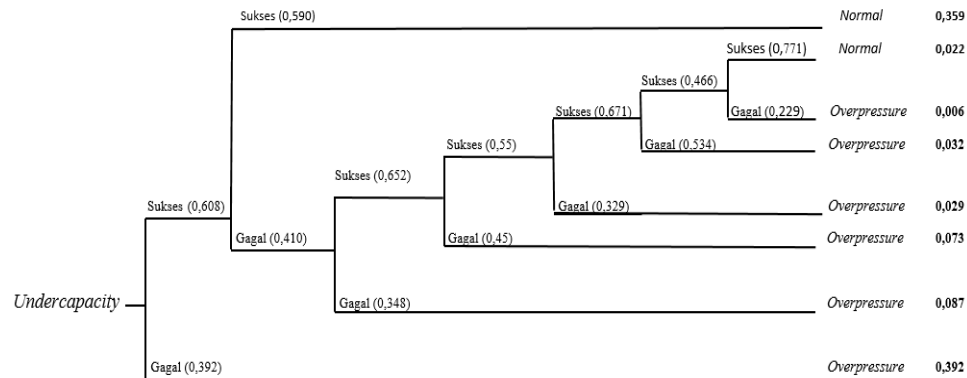
Initiating Event	Pressure Gauge	Pekerja Mengawasi Tekanan	Pekerja Membuka Valve	Valve	Outcome	Probability
------------------	----------------	---------------------------	-----------------------	-------	---------	-------------



**Gambar 0.1 Diagram ETA Overpressure**

Sumber : Hasil analisa, 2018

Initiating Event	Operator mengecek gelas duga	Operator menambah level nira	Pekerja menghubungkan operator boiler	Control valve	Operator boiler menutup control valve	Pekerja membuka valve	Valve	Outcome	Probability
------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------------	---------------	---------------------------------------	-----------------------	-------	---------	-------------

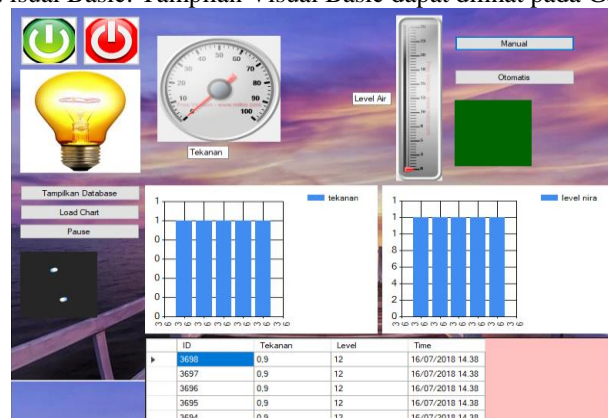


**Gambar 0.2 Diagram ETA Undercapacity**

Sumber : Hasil analisa, 2018

## 1.2 Perancangan Sistem Monitoring

Perancangan sistem monitoring *overpressure* dan *undercapacity* dibuat dengan *hardware* berupa *main board* yang memuat sistem *kontrolling* dan *sensor* yang diletakkan pada *prototype*. Prototype ini menggunakan suatu sistem yang saling terintegrasi antara sistem komunikasi dan *interface*. Sistem tersebut juga dilengkapi dengan database untuk menyimpan data yang terecord secara *realtime* dan 5 data terupdate akan muncul pada tampilan monitoring Visual Basic. Tampilan Visual Basic dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini:



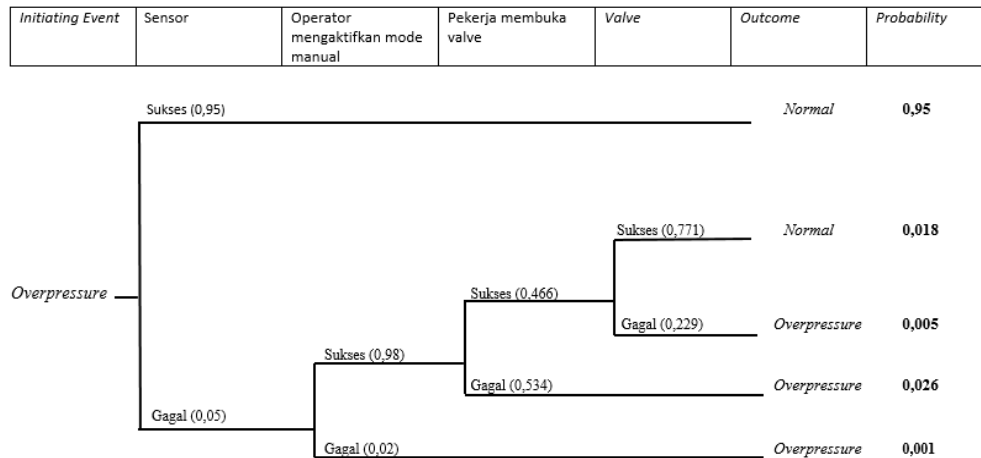
**Gambar 0.3 Tampilan Visual Basic**

Sumber : Dokumen penelitian, 2018

## 1.3 Pengerjaan ETA Setelah Rekomendasi

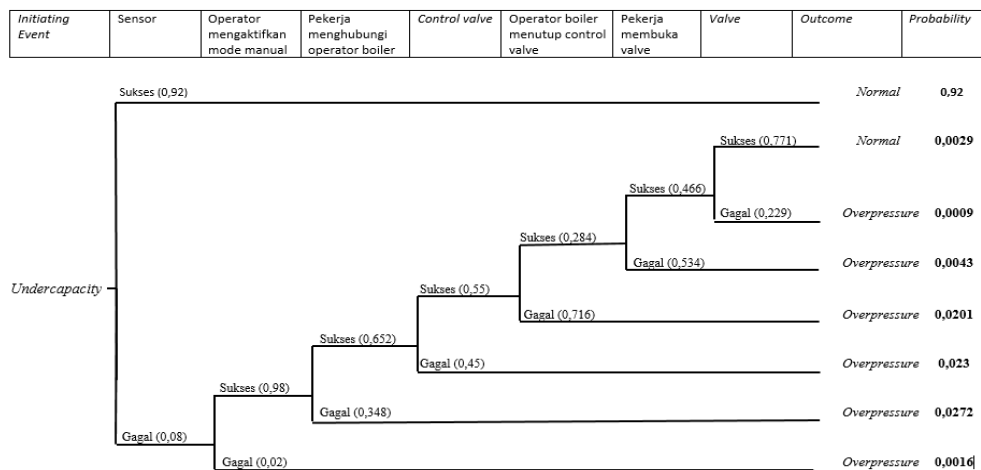
Setelah sistem otomatisasi dan monitoring dapat berjalan secara *realtime*, maka di buat analisa resiko yang memuat *probability* kegagalan apabila sistem tersebut telah digunakan pada stasiun penguapan dan berguna

untuk mengevaluasi keefektifannya dalam mengurangi kemungkinan terjadinya *initiating event*. *Diagram event tree analysis* dari *overpressure* dan *undercapacity* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 seperti yang ada di bawah ini:



**Gambar 0.4 Diagram ETA Overpressure Setelah Rekomendasi**

Sumber : Hasil analisa, 2018



**Gambar 0.5 Diagram ETA Undercapacity Setelah Rekomendasi**

Sumber : Hasil analisa, 2018

#### 1.4 Pembahasan Diagram ETA

Nilai *probability* yang ada pada tiap diagram ETA, memiliki jumlah *possible outcome* (kemungkinan yang terjadi) dengan nilai tertentu per 1 kali kejadian pertaun. Nilai *possible outcome* ini dapat menjadi acuan evaluasi bahwa dengan menggunakan sistem monitoring dan pengendalian berbasis Arduino tersebut dapat dengan efektif mengurangi *probability* kegagalan sistem. Perbandingan nilai *possible outcome* yang ada pada kedua *initiating event* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 seperti di bawah ini:

Tabel 1

*Possible Outcome Overpressure*

<i>Possible Outcome</i>		
Sebelum	Rekomendasi	Penurunan
0,823	0,032	0,791

Sumber : Hasil analisa, Tahun 2018

Tabel 2

*Possible Outcome Undercapacity*

<i>Possible Outcome</i>		
Sebelum	Rekomendasi	Penurunan
0,619	0,0771	0,5419

Sumber : Hasil analisa, Tahun 2018

## KESIMPULAN

Rekomendasi rekayasa engineering yang diusulkan pada penelitian ini adalah sistem otomatisasi dan monitoring yang dilengkapi dengan sensor tekanan dan sensor ketinggian level air dan dapat menampilkan data monitoring pada layar *interface* Visual Basic secara *realtime*.

Hasil *possible outcome overpressure* saat sebelum menggunakan sistem memiliki kemungkinan kegagalan sebesar  $P = 0,823$  kejadian per 1 kali kejadian pertahun, dan setelah menggunakan sistem otomatisasi dan *monitoring*, kemungkinan kegagalan menjadi sebesar  $P = 0,032$  kejadian per 1 kali kejadian pertahun, dimana sistem tersebut menurunkan kemungkinan kegagalan sebesar 0,791 kejadian per 1 kali kejadian pertahun.

Hasil *possible outcome undercapacity* saat sebelum menggunakan sistem memiliki kemungkinan kegagalan sebesar  $P = 0,632$  kejadian per 1 kali kejadian pertahun, dan setelah menggunakan sistem otomatisasi dan *monitoring*, kemungkinan kegagalan menjadi sebesar  $P = 0,0771$  kejadian per 1 kali kejadian pertahun, dimana sistem tersebut menurunkan kemungkinan kegagalan sebesar 0,5549 kejadian per 1 kali kejadian pertahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N., & Mustajib, I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Budi, S. (2017). *dinus.ac.id*. Diambil kembali dari [www.cerdas-pintar.blogspot.com: http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/01-DASAR PEMROGRAMAN APLIKASI \(VB6\)-P.pdf](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/01-DASAR PEMROGRAMAN APLIKASI (VB6)-P.pdf)
- Elyastuti, F. (2011). Hubungan antara Iklim Kerja dengan Tingkat Kelelahan pada Tenaga Kerja Bagian Fabrikasi Pabrik Gula TRANGKIL PATI. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Ericson, C. A. (2005). *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. Fredericksburg, Virginia: John Wiley & Sons.
- Firdaus, F., & Abduh, S. (2016). *Perancangan Sistem Otomasi Tekanan Uap, Suhu, dan Level Air pada Destilasi Air Menggunakan Mikrokontroler*. Jurnal Teknik Elektro.
- Huda, L. N., & Pandiangan, K. C. (2014). *Kajian Termal Akibat Paparan Panas dan Perbaikan Lingkungan Kerja*. Jurnal Teknik Industri, 129.
- Mannan, S. (2005). *Lees' Loss Prevention In The Process Industries, Volume 1*. Texas : Department of Chemical Engineering .
- Maryono, S.Pd, B. (2011). *Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Tempat Kerja*. Jakarta : Insania
- OREDA. (2002). *Offshore Reliability Data Handbook*. Norway : OREDA Participant.
- Rausand, M. (2004). *System Reliability Theory*. Canada: Wiley interscience.
- Saputro, T. T. (2016, Januari 29). *Embeddednesia.com*. Diambil kembali dari [embeddednesia.com: https://embeddednesia.com/v1/?p=1587](https://embeddednesia.com/v1/?p=1587).
- Stefano, S.Kom. (2014). *Cara Mudah Membangun Sistem Informasi Menggunakan VB.NET dan Komponen DXperience*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Syahwil, M. (2013). *Panduan mudah simulasi dan praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Zuhri, A. S. (2009). *Analisa Human error Untuk Preventive Accident Dengan Pendekatan Human Reliability Analysis (HRA)*. Jurnal K3.

(halaman ini sengaja dikosongkan)